NABAK
COMPOSITE

کاتالوگ جامع محصولات اپوراد
میلگرد، خاموت، مش و انکرهد

E · REV 1.0 · NOV 2026

EPOROD Composite Products — Complete Catalog

مرجع انتخاب، مشخصات، سفارش و اجرا برای کارفرما، مشاور و پیمانکار













عرضه، مشاوره فنی و پشتیبانی پروژه: **نابک کامپوزیت** | سازنده: **اپوراد** — شرکت شاهکار فکر توانا

E02

فهرست مطالب

این کاتالوگ همه محصولات کامپوزیتی کارخانه **اپوراد** را که **نابک کامپوزیت** عرضه می‌کند، در شش بخش معرفی می‌کند: از ساختار ماده و جدول مشخصات تا کاتالوگ اشکال خم، راهنمای لیستوفر، اجرا در کارگاه، کنترل کیفیت و فرم استعلام. روی هر عنوان یا کد صفحه بزنید تا مستقیم به آن صفحه بروید.

مقدمه

E03 نابک کامپوزیت؛ مرکز فروش و پشتیبانی اپوراد
E04 اپوراد؛ ساختار، خطوط تولید و ظرفیت
E05 سبد محصولات در یک نگاه
E06 راهنمای انتخاب محصول بر اساس پروژه

بخش ۱ · میلگرد آجدار GFRP

E07 میلگرد آجدار GFRP؛ ساختار ماده و درجه‌ها
E08 قطرها، وزن، طول و بسته‌بندی
E09 مشخصات مکانیکی و فیزیکی
E10 دوام در محیط‌های مهاجم
E11 مقایسه وزن و حمل با فولاد
E12 کاربرد در ساختمان و ابنیه
E13 کاربرد در زیرساخت، آب و دریا

بخش ۲ · میلگرد ساده

E14 میلگرد ساده؛ معرفی و گستره تولید
E15 میلگرد ساده در صنعت برق و مخابرات
E16 میلگرد ساده در کشاورزی و صنایع
E17 انتخاب رزین، گرید و رنگ

بخش ۳ · خم، خاموت و خرک

E18 خم و خاموت؛ چرا کارخانه‌ای؟
E19 کاتالوگ اشکال خم و کد شکل
E20 قواعد ابعادی خم و تلرانس
E21 راهنمای تهیه لیستوفر
E22 نمونه پروژه‌های خم و خاموت

بخش ۴ · مش کامپوزیتی

E23 مش کامپوزیتی؛ فناوری اتصال پلیمری
E24 مش در مقایسه با شبکه‌بندی دستی
E25 کاربرد و سفارش مش

بخش ۵ · انکرهد

E26 کلاهک (انکرهد)؛ سازوکار مهار
E27 کاربرد و نصب انکرهد

بخش ۶ · اجرا، کیفیت و سفارش

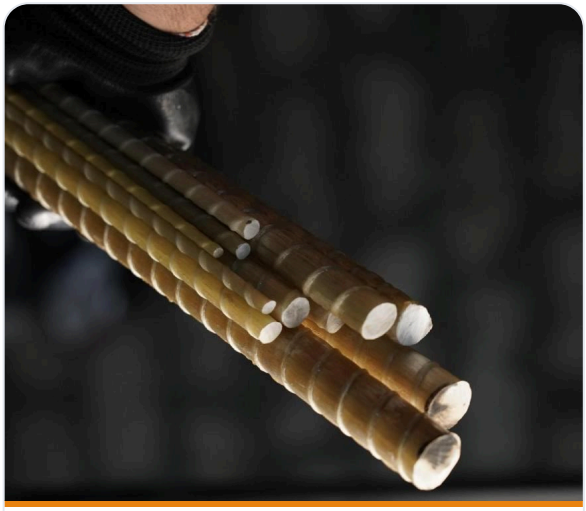
E28 حمل، انبارش و جابه‌جایی
E29 اجرا در کارگاه
E30 کنترل کیفیت و آزمون‌ها
E31 مقایسه جامع با میلگرد فولادی
E32 پرسش‌های متداول (۱)
E33 پرسش‌های متداول (۲) و باورهای نادرست
E34 فرم استعلام قیمت
E35 مدارک و خدمات نابک کامپوزیت
E36 تماس و ثبت سفارش

۶	۱۲	۸	۳۶
خانواده محصول	قطر استاندارد آجدار	شکل استاندارد خم	صفحه اطلاعات فنی و تجاری

E03

نانباک کامپوزیت؛ مرکز فروش و پشتیبانی فنی محصولات اپوراد

نانباک کامپوزیت مرکز فروش، مشاوره فنی و پشتیبانی پروژه محصولات کامپوزیتی **اپوراد** است. این همکاری به خریدار امکان می‌دهد محصول را با قیمت کارخانه، همراه با پشتیبانی مهندسی و مدارک فنی کامل، از یک مرجع پاسخ‌گو دریافت کند.



میلگرد آجدار GFRP اپوراد

یک مرجع برای همه محصولات

میلگرد آجدار و ساده، خم و خاموت، مش و انکرهد؛ هماهنگی سفارش‌ها در یک پیش‌فاکتور.

پشتیبانی مهندسی

همراهی مشاور در انتخاب درجه و قطر، معادل‌سازی و تهیه مشخصات فنی پروژه بر اساس ACI 440.

مدارک کامل

کاتالوگ فنی، دیتاشیت، تأیید فنی و گزارش آزمون همراه هر پیش‌فاکتور.

خدمات نانباک در چرخه پروژه

جدول E03-1 — خدمات در هر مرحله

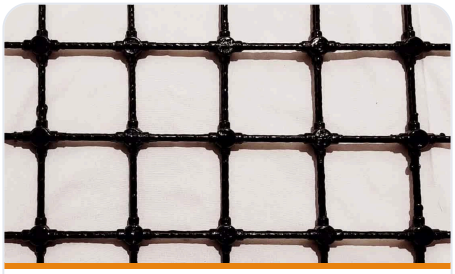
مرحله پروژه	خدمت نانباک کامپوزیت	خروجی برای مشتری
مطالعه و طراحی	معرفی محصول به مشاور، ارائه داده‌های طراحی	کاتالوگ A، دیتاشیت DS، مشخصات فنی C
برآورد و مناقصه	محاسبه متراژ و وزن از نقشه یا جدول مقادیر	پیش‌فاکتور با زمان تحویل
سفارش	کنترل لیستوفر، ارسال به خط تولید اپوراد	برنامه تولید و ارسال
اجرا	راهنمای حمل، برش، گره و بتن‌ریزی	کاتالوگ D، پاسخ به پرسش‌های کارگاه
تحویل نهایی	ارائه مدارک بچ و گواهی‌ها	پرونده کیفیت مصالح



آماده‌سازی سفارش خاموت



تحویل و اجرا در کارگاه



مش کامپوزیتی

E04

اپوراد؛ ساختار، خطوط تولید و ظرفیت

شرکت فنی مهندسی **اپوراد** از پیشگامان صنعت میلگرد کامپوزیت در خاورمیانه و نخستین تولیدکننده میلگرد کامپوزیتی با رزین اپوکسی در ایران است. ویژگی متمایز اپوراد، ساخت خطوط تولید به دست تیم مهندسی خود شرکت است؛ دانشی که کنترل کامل بر فرآیند و کیفیت را ممکن می‌کند.



کارگاه ساخت تجهیزات



خط تولید میلگرد



ماشین‌کاری قطعات خط

جدول E04-1 — ساختار سازمانی اپوراد

واحد	شرح
تحقیق و توسعه — مواد	مواد و محصولات شیمیایی، پلیمری و کامپوزیتی
تحقیق و توسعه — تجهیزات	طراحی خطوط تولید و تجهیزات صنعتی جدید
فروش و بازاریابی	بیش از ۱۰۰ عامل فروش داخلی و بیش از ۱۵ عامل فروش بین‌المللی
تولید	تیم ۲۵ نفره متخصص تولید و مهندسی
ساخت تجهیزات	طراحی و ساخت خطوط تولید میلگرد، خم، مش و انکرهد

جدول E04-2 — خطوط تولید فعال

خط تولید	محصول
پالتروژن میلگرد آجدار	میلگرد GFRP درجه ۱ و ۲، شاخه و کلاف
میلگرد ساده (پالتروژن و روش ترکیبی ابداعی)	میله توپر صاف؛ ظرفیت تا ۱۵,۰۰۰ متر در روز
خم، خاموت و خرک	قطعات خم‌شده پیش از پخت
مش کامپوزیتی	شبکه با اتصالات پلیمری
کلاهک (انکرهد)	قطعه پلیمری مهار انتهای میلگرد

۱۰۰+
عامل فروش داخلی

۱۵+
عامل فروش بین‌المللی

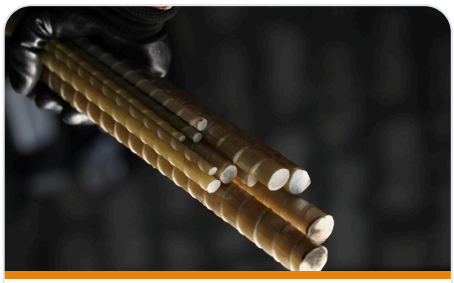
۵
خط تولید تخصصی

m ۱۵,۰۰۰
ظرفیت روزانه میلگرد ساده

منبع اطلاعات شرکت: وب‌سایت رسمی اپوراد، eporodfrp.com.

E05

سبد محصولات در یک نگاه



میلگرد آجدار درجه ۱

زرد، نارسانای کامل؛ برای پست برق، MRI و کوره قوس

صفحه E07 ←



میلگرد آجدار درجه ۲

مشکی، ضد UV؛ گزینه اقتصادی سازه‌های عمومی

صفحه E07 ←



میلگرد ساده

میله توپر صاف برای برق، کشاورزی و صنعت

صفحه E14 ←



خم، خاموت و خرک

تولید پیش از پخت، دقیقاً طبق لیستوفر

صفحه E18 ←



مش کامپوزیتی

شبکه آماده با گره پلیمری کارخانه‌ای

صفحه E23 ←



کلاهک (انکرهد)

مهار مکانیکی انتهای میلگرد به‌جای خم

صفحه E26 ←

جدول E05-1 – خلاصه مشخصات سبد محصولات

محصول	گستره ابعادی	رزین	نحوه عرضه
میلگرد آجدار	قطر ۳ تا ۲۰ mm	اپوکسی	شاخه ۶ و ۱۲ m، برش سفارشی، کلاف (۳ تا ۱۰ mm)
میلگرد ساده	قطر ۳ mm به بالا	پلی‌استر یا اپوکسی	شاخه ۱۰ cm تا ۱۲ m یا رول تا ۵۰۰ m
خم و خاموت	قطر ۳ تا ۳۰ mm؛ اضلاع ۲۰ تا ۶۰ cm و بیشتر	اپوکسی	قطعه آماده طبق لیستوفر
مش	قطر، چشمه و ابعاد طبق نقشه	اپوکسی + اتصال پلیمری	صفحه
انکرهد	متناسب با قطر میلگرد	پلیمر مهندسی	عدد

E06

راهنمای انتخاب محصول بر اساس پروژه

جدول زیر برای هر نوع پروژه، ترکیب پیشنهادی محصولات را نشان می‌دهد. انتخاب نهایی قطر و فاصله با طراحی مهندس سازه انجام می‌شود.

جدول E06-1 — ماتریس انتخاب

پروژه / عضو	آجدار د۱	آجدار د۲	خم و خاموت	مش	انکرهد	میلگرد ساده
پست برق، اتاق MRI، کوره قوس الکتریکی	•		•		•	
تصفیه‌خانه، منهول، کانال فاضلاب		•	•	•		
اسکله، موج‌شکن، دیوار ساحلی		•	•		•	
دال روی زمین، کف پارکینگ و سالن		•		•		
فونداسیون ساختمان کوتاه‌مرتبه*		•	•			
بلوک نیوجرسی، قطعات پیش‌ساخته، GRC		•	•	•		
دیواره تونل و چشمه TBM		•	•			
دیوار حائل، سرشمع، اتصالات متراکم		•	•		•	
نیلینگ و تحکیم خاک		•				
مقره، کابل، کشاورزی، نردبان، فنس						•

چه زمانی درجه ۱؟

هرگاه نارسانایی کامل الکتریکی یا عدم تداخل الکترومغناطیسی شرط طراحی باشد.

چه زمانی مش؟

سطوح وسیع با شبکه یکنواخت و قطعات تکراری؛ صرفه‌جویی در زمان گره‌زنی.

چه زمانی انکرهد؟

جایی که خم انتهایی فضای کافی ندارد یا تراکم آرماتور بتن‌ریزی را دشوار می‌کند.

* کاربرد سازه‌ای در ساختمان طبق تأیید فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی: حداکثر سه طبقه یا ۱۲ متر، با طراحی مهندس سازه.

E07

میلگرد آجدار GFRP؛ ساختار ماده و درجه‌ها

بخش ۱
GFRP Rebar

میلگرد آجدار کامپوزیتی GFRP

میلگرد سازه‌ای برای مسلح‌سازی بتن؛ الیاف شیشه پیوسته در ماتریس اپوکسی با آج مارپیچ.



با نام‌های: میلگرد کامپوزیتی · میلگرد FRP · میلگرد GFRP · میلگرد فایبرگلاس · میلگرد شیشه‌ای · آرماتور کامپوزیتی · میلگرد نانو کامپوزیت

اجزای ماده

جزء	شرح	نقش
الیاف	شیشه نوع E (E-Glass)، روونگ پیوسته طولی	تحمل نیروی کششی
درصد الیاف	≥ ۷۵ ٪ جرمی · ≥ ۵۵ ٪ حجمی	مقاومت و سختی
ماتریس	رزین اپوکسی گرماسخت؛ درجه پخت ≥ ۹۵ ٪	انتقال تنش، حفاظت الیاف
سطح	آج مارپیچ پیوسته	پیوستگی با بتن



میلگرد فولادی زنگ‌زده (بالا) و میلگرد GFRP اپوراد (پایین)

جدول E07-1 — درجه ۱ و درجه ۲

ویژگی	درجه ۱ (زرد)	درجه ۲ (مشکی)
رسانایی الکتریکی	نارسانای کامل	نیمه‌رسانا (افزودنی کربنی)
پایداری در برابر UV	انبارش سرپوشیده	افزودنی ضد UV؛ انبارش و اجرا در فضای باز
مشخصات مکانیکی	یکسان — جدول E09-1	یکسان — جدول E09-1
کاربرد شاخص	پست برق، MRI، کوره قوس، آزمایشگاه	دال، فونداسیون، دیوار، کانال، سازه ساحلی

قاعده انتخاب

اگر در مشخصات فنی پروژه «نارسانایی کامل» یا «بدون تداخل مغناطیسی» آمده است، فقط درجه ۱ سفارش داده شود؛ در غیر این صورت درجه ۲ انتخاب اقتصادی و مقاوم‌تر در برابر آفتاب است.

E08

قطرها، وزن، طول و بسته‌بندی

میلگرد آجدار اپوراد در دوازده قطر استاندارد تولید می‌شود. وزن واحد طول، مبنای برآورد حمل و پیش‌فاکتور است.

جدول E08-1 — قطرهای تولیدی

قطر اسمی mm	سطح مقطع mm²	وزن g/m	متر در هر تن	وزن شاخه ۱۲ m (kg)	نحوه عرضه	کد سفارش
۳	۷٫۱	۱۸	۵۵,۵۶۰	۰٫۲۲	کلاف یا شاخه	NB-GF-03-R
۴	۱۲٫۶	۲۵	۴۰,۰۰۰	۰٫۳۰	کلاف یا شاخه	NB-GF-04-R
۵	۱۹٫۶	۳۶	۲۷,۷۸۰	۰٫۴۳	کلاف یا شاخه	NB-GF-05-R
۶	۲۸٫۳	۵۲	۱۹,۲۳۰	۰٫۶۲	کلاف یا شاخه	NB-GF-06-R
۷	۳۸٫۵	۷۳	۱۳,۷۰۰	۰٫۸۸	کلاف یا شاخه	NB-GF-07-R
۸	۵۰٫۳	۹۵	۱۰,۵۳۰	۱٫۱۴	کلاف یا شاخه	NB-GF-08-R
۱۰	۷۸٫۵	۱۵۷	۶,۳۷۰	۱٫۸۸	کلاف یا شاخه	NB-GF-10-R
۱۲	۱۱۳٫۱	۲۰۰	۵,۰۰۰	۲٫۴۰	شاخه	NB-GF-12-R
۱۴	۱۵۳٫۹	۳۰۰	۳,۳۳۰	۳٫۶۰	شاخه	NB-GF-14-R
۱۶	۲۰۱٫۱	۴۰۰	۲,۵۰۰	۴٫۸۰	شاخه	NB-GF-16-R
۱۸	۲۵۴٫۵	۵۰۰	۲,۰۰۰	۶٫۰۰	شاخه	NB-GF-18-R
۲۰	۳۱۴٫۲	۶۰۰	۱,۶۷۰	۷٫۲۰	شاخه	NB-GF-20-R

جدول E08-2 — طول، کلاف و بسته‌بندی

مورد	شرح
طول شاخه	شاخه ۶ و ۱۲ متر یا برش سفارشی در کارخانه
کلاف	قطرهای ۳ تا ۱۰ میلی‌متر به‌صورت کلاف (طول سفارشی)
بسته‌بندی	بندیل تسمه‌کشی‌شده با برچسب قطر و شماره بچ؛ کلاف بسته‌بندی‌شده
شناسایی	برچسب قطر، درجه، شماره بچ و تاریخ تولید



شبکه میلگرد اپوراد روی اسپیسر

کد سفارش: NB-GF-قطر-R (R = آجدار). درجه در سفارش جداگانه ذکر شود؛ مثال: NB-GF-12-R درجه ۲.

E09

مشخصات مکانیکی و فیزیکی

جدول E09-1 — مقاومت کششی

قطر mm	f_{fu}* حداقل MPa	F_u* kN	f_{fu} داخلی (C_E=۰٫۸)	f_{fu} خارجی (C_E=۰٫۷)
۳	۷۵۰	۵٫۳	۶۰۰	۵۲۵
۴	۷۵۰	۹٫۴	۶۰۰	۵۲۵
۵	۷۵۰	۱۴٫۷	۶۰۰	۵۲۵
۶	۷۵۰	۲۱٫۲	۶۰۰	۵۲۵
۷	۷۵۰	۲۸٫۹	۶۰۰	۵۲۵
۸	۷۵۰	۳۷٫۷	۶۰۰	۵۲۵
۱۰	۷۵۰	۵۸٫۹	۶۰۰	۵۲۵
۱۲	۶۵۰	۷۳٫۵	۵۲۰	۴۵۵
۱۴	۶۵۰	۱۰۰٫۱	۵۲۰	۴۵۵
۱۶	۶۰۰	۱۲۰٫۶	۴۸۰	۴۲۰
۱۸	۶۰۰	۱۵۲٫۷	۴۸۰	۴۲۰
۲۰	۶۰۰	۱۸۸٫۵	۴۸۰	۴۲۰

جدول E09-2 — مشخصات مشترک

مشخصه	مقدار
مدول کشسانی کششی	≤ ۴۴٫۸ GPa (نوعی ۵۰ GPa)
کرنش گسیختگی	≤ ۱٫۱ ٪ (نوعی ۲٫۱ ٪)
مقاومت پیوستگی	≤ ۸ MPa (نوعی بیش از ۱۵ MPa)
مقاومت برشی عرضی	≤ ۱۵۰ MPa
Tg	≤ ۱۱۲ °C
درجه پخت	≤ ۹۵ ٪
جذب رطوبت	≥ ۰٫۲۵ ٪ (نوعی ۰٫۰۶ ٪)
حفظ نیرو در محیط قلیایی	≤ ۸۵ ٪ حفظ نیرو
مقاومت بخش خم‌شده	≤ ۶۰ ٪ نیروی بخش مستقیم
چگالی	۲٫۰ g/cm³
انبساط حرارتی طولی	۶ تا ۱۰ ×۱۰⁻⁶ /°C
انبساط حرارتی عرضی	۲۱ تا ۲۳ ×۱۰⁻⁶ /°C

تعریف‌ها

f_{fu}* مقاومت کششی تضمین‌شده (میانگین منهای سه انحراف معیار) و C_E ضریب کاهش محیطی ACI 440.1R است: ۰٫۸ برای بتن دور از خاک و هوای آزاد و ۰٫۷ برای بتن در تماس با خاک یا هوای آزاد. مقاومت طراحی = f_{fu} = $C_E \cdot f_{fu}$* است.

روش‌های آزمون: ASTM D7205 (کشش)، ASTM D7913 (پیوستگی)، ASTM D2584 (درصد الیاف)، ASTM D792 (چگالی)، ACI 440.3R. حدود پذیرش مطابق تأیید فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی.

E10

دوام در محیط‌های مهاجم

عامل اصلی تخریب بتن مسلح فولادی، خوردگی آرماتور است: یون کلرید و کربناته‌شدن، لایه محافظ فولاد را از بین می‌برد و حجم زنگ تا چند برابر فولاد اولیه افزایش می‌یابد. میلگرد GFRP خوردگی الکتروشیمیایی ندارد و این سازوکار را از سازه حذف می‌کند.

جدول E10-1 — رفتار در برابر عوامل محیطی

عامل	میلگرد فولادی	میلگرد GFRP اپوراد
یون کلرید (آب دریا، نمک یخ‌زدا)	خوردگی حفره‌ای	بدون خوردگی
کربناته‌شدن بتن	از بین رفتن لایه محافظ	بی‌اثر
محیط قلیایی بتن	محافظ فولاد	≥ ۸۵ ٪ حفظ نیرو
سولفات و اسید (فاضلاب)	خوردگی	مقاوم (رزین اپوکسی)
رطوبت	تسریع خوردگی	جذب ≥ ۰٫۲۵ ٪ (نوعی ۰٫۰۶ ٪)
اشعه UV (در انبارش)	زنگ سطحی	درجه ۲ ضد UV؛ درجه ۱ با پوشش انبار
دمای بالا	افت مقاومت در آتش	Tg ≥ ۱۱۲ °C؛ پوشش بتن کافی طبق طراحی



دال بتنی مسلح به GFRP اپوراد



محیط‌های خورنده زیرساختی

طراحی برای دوام

ضریب C_E و حد گسیختگی خزشی ($0.2f_{fu}$ برای GFRP طبق ACI 440.1R) اثر بلندمدت محیط و بار پایدار را در طراحی منظور می‌کنند؛ به همین دلیل نیازی به افزایش پوشش بتن برای حفاظت در برابر خوردگی نیست.

E11

مقایسه وزن و حمل با میلگرد فولادی

سبکی میلگرد GFRP هزینه حمل، تخلیه، جابه‌جایی در کارگاه و نیروی کار را کاهش می‌دهد. جدول زیر وزن هم‌قطر و متراژ قابل حمل در یک کامیون ۲۴ تنی را مقایسه می‌کند.

جدول E11-1 — وزن و ظرفیت حمل

قطر mm	GFRP اپوراد g/m	فولاد g/m	نسبت وزن	متراژ GFRP در ۲۴ تن	متراژ فولاد در ۲۴ تن
۶	۵۲	۲۲۲	۲۳٪	۴۶۱,۵۳۸	۱۰۸,۰۵۰
۷	۷۳	۳۰۲	۲۴٪	۳۲۸,۷۶۷	۷۹,۳۸۳
۸	۹۵	۳۹۵	۲۴٪	۲۵۲,۶۳۲	۶۰,۷۷۸
۱۰	۱۵۷	۶۱۷	۲۵٪	۱۵۲,۸۶۶	۳۸,۸۹۸
۱۲	۲۰۰	۸۸۸	۲۳٪	۱۲۰,۰۰۰	۲۷,۰۱۲
۱۴	۳۰۰	۱۲۰۹	۲۵٪	۸۰,۰۰۰	۱۹,۸۴۶
۱۶	۴۰۰	۱۵۸۰	۲۵٪	۶۰,۰۰۰	۱۵,۱۹۴
۱۸	۵۰۰	۱۹۹۹	۲۵٪	۴۸,۰۰۰	۱۲,۰۰۶
۲۰	۶۰۰	۲۴۶۸	۲۴٪	۴۰,۰۰۰	۹,۷۲۴

نمونه واقعی صادرات

به گزارش اپوراد، ۹۰,۰۰۰ متر میلگرد قطر ۱۲ میلی‌متر (حدود ۱۸ تن) در یک تریلی به ترکمنستان ارسال شد؛ همین متراژ فولاد هم‌قطر حدود ۸۰ تن وزن دارد.

جابه‌جایی دستی

۴۰۰ متر میلگرد قطر ۶ (حدود ۲۰ کیلوگرم) را یک کارگر به‌تنهایی حمل می‌کند.



حمل دستی کلاف میلگرد GFRP

توجه

این جدول مقایسه وزنی در قطر برابر است، نه معادل‌سازی سازه‌ای. به‌دلیل مدول کشسانی کمتر GFRP، مقدار آرماتور GFRP با طراحی تعیین می‌شود و معمولاً بیش از سطح مقطع فولاد است (کاتالوگ A، فصل ۳).

E12

کاربرد در ساختمان و ابنیه



فونداسیون



دال روی زمین



دیوار پیش‌ساخته

جدول E12-1 — کاربردهای ساختمانی

عضو	محصول اپوراد	مزیت
فونداسیون نواری و گسترده (ساختمان کوتاه‌مرتبه*)	آجدار د۲ + خاموت	دوام در خاک مرطوب و سولفاتی
دال روی زمین، کف پارکینگ و سالن صنعتی	آجدار د۲ یا مش	حذف ترک و لکه زنگ؛ سرعت اجرا
کف و سقف کاذب بتنی	آجدار یا مش	سبکی
دیوار محوطه و دیوار پیش‌ساخته	آجدار + مش	کاهش وزن قطعه برای حمل و نصب
پانل نما GRC	مش، آجدار قطر کوچک	بدون لکه زنگ روی نما
استخر، مخزن آب و منبع	آجدار د۲ + خاموت	مقاومت در برابر کلر و رطوبت دائمی
ساختمان‌های پزشکی (اتاق MRI)	آجدار د۱ + خاموت	بدون تداخل مغناطیسی

محدوده مجاز کاربرد سازه‌ای

* بر اساس تأیید فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، کاربرد سازه‌ای میلگرد GFRP در ساختمان برای حداکثر سه طبقه یا ارتفاع ۱۲ متر، با طراحی مهندس سازه و تأیید مرجع صدور پروانه مجاز است. کاربردهای غیرسازه‌ای (کف، دیوار محوطه، قطعات پیش‌ساخته) این محدودیت را ندارند.

E13

کاربرد در زیرساخت، آب و فاضلاب و سازه‌های دریایی


زیرساخت


آماده اجرا در کارگاه


سالن صنعتی

جدول E13-1 — کاربردهای زیرساختی

حوزه	نمونه کاربرد	دلیل انتخاب GFRP
آب و فاضلاب	تصفیه‌خانه، کلاریفایر، منهول، چربی‌گیر، کانال و لوله بتنی فاضلاب و پساب صنعتی	محیط اسیدی و سولفاتی
آبرسانی و آبیاری	کانال روباز، لوله بتنی هدایت آب، سد	رطوبت دائمی
دریایی	اسکله، عرشه بندر، موج‌شکن، دیوار حائل ساحلی، سکوی دریایی	کلرید آب دریا
راه و پل	عرشه پل در مناطق سردسیر، بلوک نیوجرسی، کالورت	نمک یخ‌زدا
ریلی	تراورس بتنی خطوط راه‌آهن	نارسانایی در سیستم علائم
تونل	دیواره تونل مترو، چشمه ورود و خروج TBM	برش‌پذیری با تیغه حفاری
ژئوتکنیک	نیلینگ، تحکیم خاک، شمع در خاک و آب	دوام در خاک مهاجم
برق	پست پیش‌ساخته، تیر برق بتنی، فونداسیون دکل	نارسانایی

چشمه TBM

دیواره موقت مسلح به GFRP را تیغه دستگاه حفاری بدون توقف و آسیب می‌برد.

سازه دریایی

حذف خوردگی کلرایدی، عامل اصلی تعمیرات پرهزینه اسکله‌ها.

فاضلاب

پایداری در برابر گاز H_2S و اسید سولفوریک تولیدشده در شبکه.

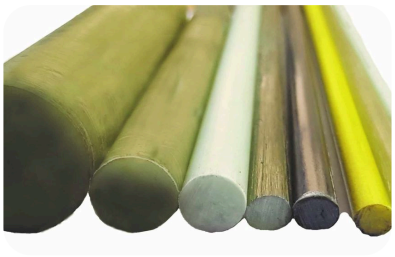
E14

میلگرد ساده (بدون آج)؛ معرفی و گستره تولید

بخش
۲
Plain FRP Rod

میلگرد ساده کامپوزیتی

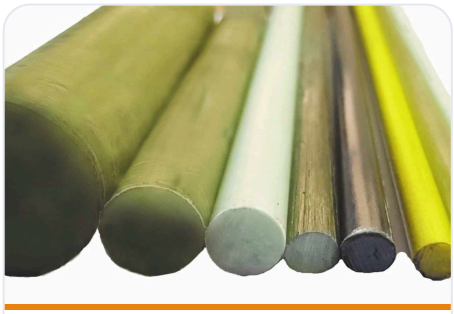
میله توپر با سطح صاف از الیاف شیشه و رزین؛ برای کاربردهای صنعتی، برق، مخابرات و کشاورزی.



میلگرد ساده کامپوزیتی با نام‌های میله فایبرگلاس، میلگرد GRP و میله FRP نیز شناخته می‌شود. ترکیب استحکام کششی بالا، وزن کم، پایداری شیمیایی و عایق‌بودن الکتریکی، آن را جایگزین مناسب میله فلزی، چوبی و PVC در بسیاری از صنایع کرده است.

جدول E14-1 – گستره تولید اپوراد

مشخصه	گستره
قطر	از ۳ میلی‌متر به بالا
طول شاخه	از ۱۰ سانتی‌متر تا ۱۲ متر
رول	تا ۵۰۰ متر در هر رول
رزین	پلی‌استر یا اپوکسی
گرید	معمولی یا ضد UV
رنگ	رنگ‌های متنوع به انتخاب خریدار
روش تولید	پالتروژن، و روش ترکیبی ابداعی اپوراد (قالبی و بدون قالب)
ظرفیت	تا ۱۵,۰۰۰ متر در روز



قطرها و رنگ‌های مختلف



سطح صاف و مغز توپر



مقایسه سطح ساده و آجدار

سبک و بادوام

حدود یک‌چهارم وزن فولاد؛ بدون زنگ‌زدگی و پوسیدگی.

عایق الکتریکی

مناسب تجهیزات برق و مخابرات.

نصب آسان

برش با اره معمولی و مونتاژ سریع.

E15

میلگرد ساده در صنعت برق و مخابرات

عایق‌بودن الکتریکی، نسبت استحکام به وزن بالا و پایداری ابعادی، میله کامپوزیتی را به هسته استاندارد بسیاری از تجهیزات برق و مخابرات تبدیل کرده است.

مقره کامپوزیتی (سیلیکونی)

هسته باربر مقره‌های کامپوزیتی خطوط انتقال و توزیع، در محدوده ولتاژ ۱۰ تا ۱۰۰۰ کیلوولت. میله FRP بار مکانیکی را تحمل می‌کند و پوشش سیلیکونی، عایق سطحی را تأمین می‌کند.

هسته تقویت کابل فیبر نوری

عضو مرکزی غیرفلزی (FRP Central Strength Member) که استحکام کششی کابل را بدون ایجاد مسیر رسانا یا القای الکتریکی فراهم می‌کند.

تجهیزات پست و تابلو

نردبان عایق، میله و دسته ابزار عایق، پایه و نگهدارنده در تابلو و پست.

جدول E15-1 — انتخاب برای برق

کاربرد	رزین پیشنهادی	گرید
هسته مقره	اپوکسی	معمولی (درون پوشش سیلیکونی)
هسته کابل فیبر نوری	اپوکسی یا پلی‌استر	معمولی
نردبان و ابزار عایق	پلی‌استر یا اپوکسی	ضد UV برای کار در فضای باز
نگهدارنده و پایه در فضای باز	پلی‌استر	ضد UV



میله FRP برای هسته تجهیزات

برای تولیدکنندگان تجهیزات

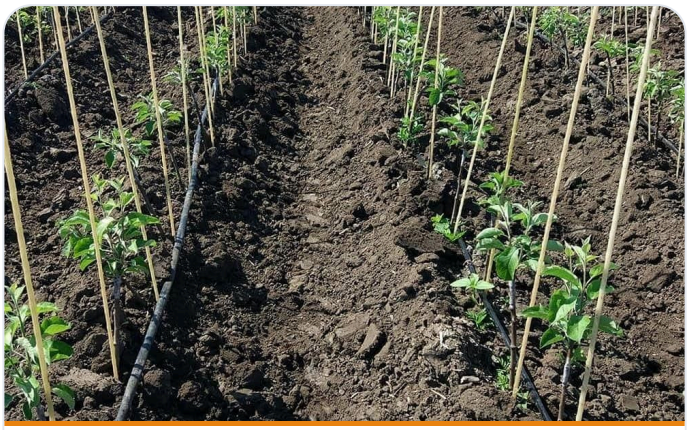
قطر، تلرانس قطر، طول برش و رزین مورد نیاز را همراه نقشه قطعه ارسال کنید. ناباک کامپوزیت امکان تأمین مستمر با برنامه تحویل ماهانه را از کارخانه اپوراد هماهنگ می‌کند.

E16

میلگرد ساده در کشاورزی و صنایع



قوس تونل کشت و گلخانه



قیم کشاورزی

جدول E16-1 – کاربردهای کشاورزی و صنعتی

حوزه	محصول نهایی	مزیت در برابر جایگزین‌ها
کشاورزی	قیم گوجه، خیار، انگور و نهال	نمی‌پوسد، زنگ نمی‌زند، چند فصل قابل استفاده
گلخانه و کشت زیر پوشش	قوس تونل نایلونی، اسکلت سبک گلخانه	انعطاف و برگشت‌پذیری، سبکی
ساختمان و محوطه	هندریل، فنس، پلکان و نرده کامپوزیتی	بدون نگهداری و رنگ‌آمیزی
تبلیغات و ترافیک	پایه تابلو، علائم و نشانگر	سبکی و دوام در فضای باز
ابزار	دسته ابزار، دسته بیل و چکش	سبکی، عایق، جذب ارتعاش
اتصالات	پیچ و مهره کامپوزیتی	مقاومت شیمیایی، غیرمغناطیسی
ورزش و تفریح	میله پرچم، چادر مسافرتی، تجهیزات ورزشی	سبکی و انعطاف

در برابر چوب

بدون پوسیدگی، ترک و آفت؛ ابعاد یکنواخت.

در برابر فلز

بدون زنگ‌زدگی؛ سبک‌تر و عایق.

در برابر PVC

سختی و استحکام بسیار بیشتر؛ عدم تغییر شکل در گرما.

E17

انتخاب رزین، گرید و رنگ میلگرد ساده

سه انتخاب اصلی در سفارش میلگرد ساده، نوع رزین، گرید UV و رنگ است. جدول زیر راهنمای انتخاب بر اساس شرایط بهره‌برداری است.

جدول E17-1 — مقایسه رزین‌ها

ویژگی	پلی‌استر	اپوکسی
مقاومت مکانیکی	خوب	بالاتر
مقاومت شیمیایی و رطوبتی	خوب	عالی
خواص عایقی	خوب	عالی
قیمت	اقتصادی‌تر	بالاتر
کاربرد پیشنهادی	کشاورزی، فنس، تابلو، نردبان	مقره، کابل، محیط شیمیایی

جدول E17-2 — انتخاب گرید

شرایط بهره‌برداری	گرید پیشنهادی
فضای باز و تابش مستقیم خورشید (کشاورزی، تابلو، فنس)	ضد UV
داخل پوشش یا قطعه دیگر (هسته مقره، کابل)	معمولی
انبارش طولانی در فضای باز	ضد UV

رنگ

رنگ‌های مختلف برای شناسایی، زیبایی یا هماهنگی با محصول نهایی تولید می‌شود؛ کد یا نمونه رنگ را در سفارش اعلام کنید.

اطلاعات سفارش

قطر · طول یا رول · رزین · گرید · رنگ · تعداد یا متراژ · بسته‌بندی



تنوع رنگ و قطر

E18

خم و خاموت؛ چرا کارخانه‌ای؟

بخش
۳
Bent Bars & Stirrups

خم، خاموت و خرک کامپوزیتی

قطعات خم‌شده که پیش از پخت رزین، دقیقاً طبق لیستوفر پروژه در کارخانه تولید می‌شوند.



رزین اپوکسی گرماسخت است؛ پس از پخت، شکل میلگرد تثبیت می‌شود. اگر میلگرد پخته‌شده تحت فشار خم شود، به‌دلیل رفتار کشسان به حالت مستقیم بازمی‌گردد و فشار بیش از حد، الیاف را می‌شکند. بنابراین هر خم و خاموت باید **پیش از پخت** و در قالب‌های کارخانه شکل بگیرد.

فرآیند تولید قطعه خم

۱ **دریافت لیستوفر**
کنترل فنی شکل و ابعاد

۲ **آغشته‌سازی**
الیاف پیوسته با رزین

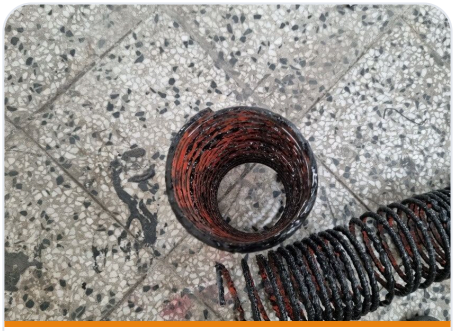
۳ **شکل‌دهی**
روی قالب خم

۴ **پخت**
تثبیت شکل در کوره

۵ **کنترل و ارسال**
کنترل ابعاد و برچسب


خاموت بسته در ابعاد مختلف


خم L و U


خاموت مارپیچ

جدول E18-1 – گستره تولید

مشخصه	گستره
قطر میلگرد	۳ تا ۳۰ میلی‌متر
ابعاد اضلاع	۲۰ تا ۶۰ سانتی‌متر و بزرگ‌تر طبق نقشه
اشکال	هشت شکل استاندارد (E19) و اشکال خاص طبق نقشه
مقاومت بخش خم‌شده	≥ ۶۰ ٪ نیروی بخش مستقیم

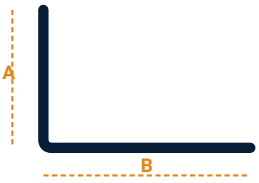
E19

کاتالوگ اشکال خم و کد شکل

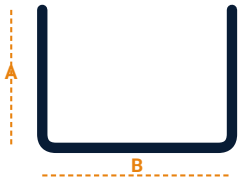
برای سفارش سریع و بدون خطا، هر قطعه با **کد شکل** و ابعاد حرفی (A، B، C ...) مشخص می‌شود. کدگذاری بر پایه منطق کدهای شکل BS 8666 تنظیم شده و برای مهندسان و آرماتوربندها آشناست.



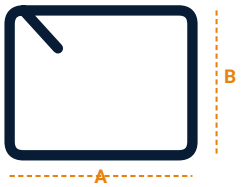
S00 شاخه مستقیم



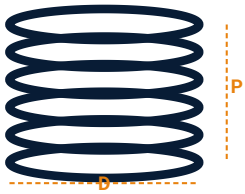
S11 خم L (۹۰ درجه)



S21 خم U



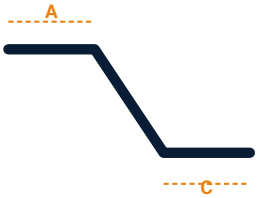
S51 خاموت بسته مربع/ مستطیل



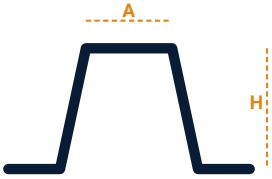
S77 خاموت مارپیچ (اسپیرال)



S31 سنجاقی (قلاب دوطرفه)



S41 خم Z (پله‌ای)



S71 خرک (اسپیسر)

جدول E19-1 — ابعاد مورد نیاز هر شکل

شکل	ابعاد لازم در لیستوفر	کاربرد رایج
مستقیم	A (طول)	آرماتور طولی
L	A، B	انتظار، مهار انتهای دال و دیوار
U	A، B	لبه دال، سنجاقی دیوار
خاموت بسته	A، B (ابعاد خارجی)، طول همپوشانی	تیر، ستون، شمع
مارپیچ	D (قطر خارجی)، P (گام)، تعداد دور یا طول کل	ستون دایره، شمع
سنجاقی	A (طول)، طول قلاب	آرماتور عرضی دیوار
Z	A، B، C	تغییر تراز آرماتور
خرک	A (عرض)، H (ارتفاع)	نگهداری شبکه بالایی

ابعاد خاموت بسته به‌صورت ابعاد خارجی (از رو تا روی میلگرد) اعلام شود. اشکال خارج از این فهرست با ارسال نقشه ابعادی تولید می‌شوند.

E20

قواعد ابعادی خم و تلرانس

در طراحی جزئیات خم GFRP، شعاع داخلی خم و طول بخش مستقیم پس از خم، تعیین‌کننده مقاومت قطعه است. مقادیر زیر مبنای تولید کارخانه و تهیه نقشه خم است.

جدول E20-1 — حداقل ابعاد خم (پیشنهادی)

قطر mm	حداقل شعاع داخلی خم mm ($\geq 3d_b$)	حداقل ضلع خم‌شده mm	حداقل دنباله قلاب mm ($\geq 12d_b$)
۶	۱۸	۵۴	۷۵
۸	۲۴	۷۲	۹۶
۱۰	۳۰	۹۰	۱۲۰
۱۲	۳۶	۱۰۸	۱۴۴
۱۴	۴۲	۱۲۶	۱۶۸
۱۶	۴۸	۱۴۴	۱۹۲
۱۸	۵۴	۱۶۲	۲۱۶
۲۰	۶۰	۱۸۰	۲۴۰

جدول E20-2 — تلرانس‌های تولید

مورد	تلرانس تولید کارخانه
طول ضلع تا ۱ متر	± ۱۰ mm
طول ضلع بیش از ۱ متر	± ۱۵ mm
زاویه خم	± ۳ درجه
قطر خارجی مارپیچ	± ۱۰ mm
گام مارپیچ	± ۱۰ mm



خاموت بسته GFRP

شعاع خم

نسبت شعاع داخلی به قطر حداقل ۳ (ACI 440.1R)؛ شعاع کمتر مقاومت بخش خم‌شده را کاهش می‌دهد.

مقاومت خم

مقاومت طراحی بخش خم‌شده با ضریب کاهش ACI 440 محاسبه می‌شود؛ مقدار تولیدی ≤ ۶۰ ٪ نیروی بخش مستقیم.

همپوشانی خاموت

طول همپوشانی دو انتهای خاموت بسته طبق نقشه طراح؛ خم دوباره در کارگاه ممنوع.

E21

راهنمای تهیه لیستوفر

لیستوفر دقیق، سفارش را بدون رفت‌وبرگشت به تولید می‌رساند. برای هر ردیف، کد شکل، قطر، ابعاد حرفی و تعداد لازم است.

نمونه لیستوفر تکمیل‌شده

جدول E21-1 — نمونه

ردیف	محل مصرف	کد شکل	قطر mm	A mm	B mm	C / P	تعداد	طول گسترده m
۱	ستون C1	S51	۸	۳۰۰	۳۰۰	—	۴۸۰	۱٫۳۲
۲	تیر B2	S51	۸	۲۵۰	۴۰۰	—	۳۶۰	۱٫۴۲
۳	دیوار W1	S21	۱۰	۲۰۰	۲۵۰	—	۲۲۰	۰٫۶۵
۴	دال S1	S11	۱۲	۴۰۰	۸۰۰	—	۱۵۰	۱٫۲۰
۵	شمع P1	S77	۸	D=۵۰۰	—	۲۰ دور P=۱۰۰	۲۰	۳۱٫۴

چک‌لیست پیش از ارسال

- [ ] کد شکل برای همه ردیف‌ها مشخص است
- [ ] ابعاد خاموت به‌صورت خارجی اعلام شده است
- [ ] شعاع خم و دنباله قلاب با جدول E20-1 سازگار است
- [ ] درجه میلگرد (۱ یا ۲) مشخص است
- [ ] تعداد شامل درصد پرت اجرایی (پیشنهاد ۲ تا ۳٪) است
- [ ] محل مصرف برای برچسب‌گذاری بسته‌ها درج شده است
- [ ] تاریخ مورد نیاز تحویل و نشانی کارگاه اعلام شده است



بسته‌های خاموت با برچسب محل مصرف

برچسب هر بسته

نام پروژه · محل مصرف · کد شکل · قطر · ابعاد · تعداد · درجه · شماره بچ

زمان‌بندی

تولید پس از تأیید نهایی لیستوفر آغاز می‌شود؛ برنامه تحویل همراه پیش‌فاکتور اعلام می‌شود.

ارسال لیستوفر

لیستوفر را به‌صورت فایل اکسل یا PDF نقشه به نابک کامپوزیت ارسال کنید. پیش از تولید، خلاصه کنترل‌شده برای تأیید نهایی به شما بازگردانده می‌شود.

E22

نمونه پروژه‌های خم و خاموت



قفسه‌های ستون با خاموت کامپوزیتی



خاموت‌های آماده ارسال به پروژه

فونداسیون کوره قوس الکتریکی – فولاد شادگان

میدان مغناطیسی شدید کوره قوس، در آرماتور فولادی جریان القایی و گرما ایجاد می‌کند. میلگرد و خاموت کامپوزیتی اپوراد به‌دلیل غیرمغناطیسی و نارسانا بودن، در فونداسیون این تجهیزات به‌کار رفت.

نشانگرهای خطوط شرکت گاز

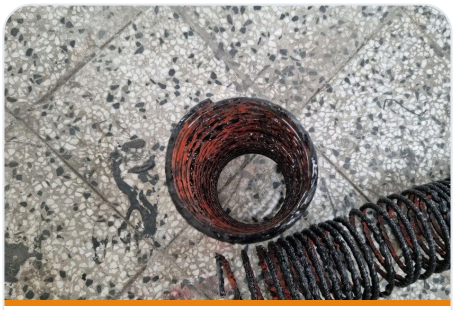
قطعات کامپوزیتی با خم کارخانه‌ای برای نشانگرهای مسیر خطوط لوله؛ دوام در خاک و بدون تداخل با سیستم حفاظت کاتدی.



خم L در حجم انبوه



خم U



مارپیچ شمع و ستون دایره

رنگ قطعات

قطعات تصاویر از درجه ۲ (مشکی) هستند. برای کاربرد نارسانای کامل، خم و خاموت از درجه ۱ (زرد) سفارش داده شود.

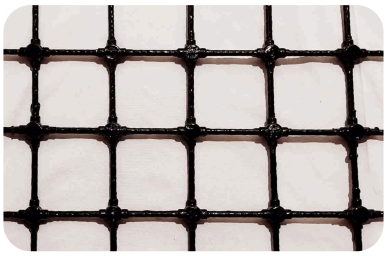
E23

مش کامپوزیتی؛ فناوری اتصال پلیمری

بخش ۴
Composite Mesh

مش کامپوزیتی

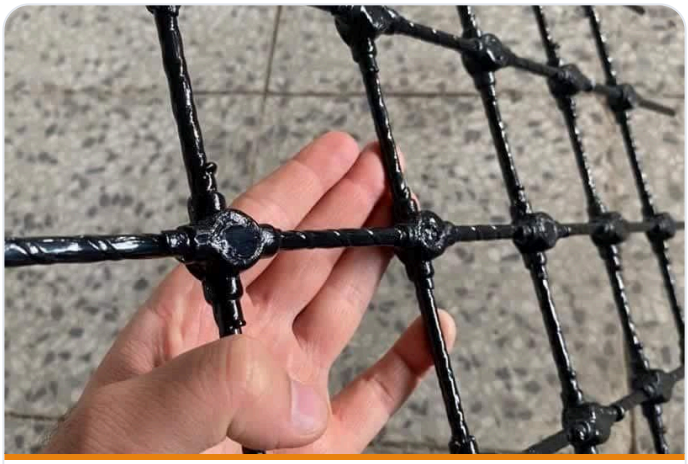
شبکه آماده میلگرد GFRP با گره‌های پلیمری کارخانه‌ای؛ تولید صنعتی با سرعت و دقت بالا.



در شبکه‌بندی سنتی، گره‌ها با دست و سیم بسته می‌شوند. در مش کامپوزیتی اپوراد، محل تقاطع میلگردها با **اتصال پلیمری** در کارخانه یکپارچه می‌شود. خط تولید این محصول با روشی نوین توسط تیم فنی اپوراد طراحی و ساخته شده است.



گره پلیمری در محل تقاطع



سبکی و انعطاف مش

گره یکپارچه

اتصال پلیمری محل تقاطع را ثابت می‌کند؛ شبکه هنگام حمل و نصب از هم باز نمی‌شود.

هندسه دقیق

فاصله میلگردها در تمام صفحه یکسان و تکرارپذیر است.

کاملاً غیرفلزی

بدون سیم گره فلزی؛ مناسب سازه‌های نارسانا و محیط خورنده.

مراحل تولید مش

۱ تغذیه میلگرد
میلگردهای GFRP در دو جهت

۲ چیدمان
تنظیم فاصله طبق نقشه

۳ اتصال پلیمری
یکپارچه‌سازی تقاطع‌ها

۴ برش و بسته‌بندی
صفحه با ابعاد سفارش

یک دستاورد مهندسی

خط تولید مش کامپوزیتی با روشی نوین توسط تیم طراحی و ساخت تجهیزات اپوراد ساخته شده و تولید صنعتی مش با کیفیت یکنواخت را ممکن کرده است.

E24

مش کامپوزیتی در مقایسه با شبکه‌بندی دستی

جدول E24-1 — مقایسه روش‌ها

معیار	شبکه‌بندی دستی در کارگاه	مش کامپوزیتی اپوراد
زمان اجرا	برش، چیدن و گره‌زنی تک‌تک تقاطع‌ها	پهن‌کردن صفحه آماده و اتصال صفحات
نیروی کار	آرماتوربند ماهر	کارگر ساده با نظارت
دقت فاصله‌ها	وابسته به مهارت اجراکننده	یکسان در تمام صفحه
گره	سیم یا بست؛ در محیط خورنده باید غیرفلزی باشد	اتصال پلیمری کارخانه‌ای
کنترل کیفیت	بازرسی تک‌تک گره‌ها	کنترل در کارخانه
پرت مصالح	پرت برش در کارگاه	حداقل؛ ابعاد طبق نقشه
مناسب برای	اشکال نامنظم و حجم کم	سطوح وسیع، قطعات تکراری و پیش‌ساخته

صرفه‌جویی زمانی

در کف‌سازی‌های وسیع، حذف گره‌زنی دستی بخش اصلی زمان آرماتوربندی را حذف می‌کند و برنامه بتن‌ریزی سریع‌تر پیش می‌رود.

مناسب کارخانه پیش‌ساخته

صفحات هم‌اندازه، خط تولید قطعات بتنی را منظم و یکنواخت می‌کنند.



مش کامپوزیتی اپوراد

E25

کاربرد و سفارش مش کامپوزیتی

جدول E25-1 — کاربردها

کاربرد	توضیح
دال روی زمین و کف‌سازی	کف سالن صنعتی، انبار، پارکینگ و محوطه
پیاده‌رو و مسیر	بدون لکه زنگ و پوسته‌شدن
پانل پیش‌ساخته و GRC	نمای بتنی سبک بدون لکه
دیوار محوطه	قطعات تکراری
پوشش تونل و شاتکریت	مسلح‌سازی سطحی غیرفلزی
کف استخر و مخازن	محیط مرطوب و کلردار

اطلاعات لازم برای سفارش

جدول E25-2 — مشخصات سفارش

مورد	شرح
قطر میلگرد	از قطرهای تولیدی اپوراد (E08)، طبق طراحی
ابعاد چشمه	فاصله میلگردها در دو جهت، طبق نقشه
ابعاد صفحه	طول × عرض، متناسب با حمل و محل نصب
تعداد صفحه	با احتساب همپوشانی صفحات
درجه	۱ یا ۲
همپوشانی	طول همپوشانی بین صفحات طبق طراح



شبکه آماده بتن‌ریزی



مش کامپوزیتی

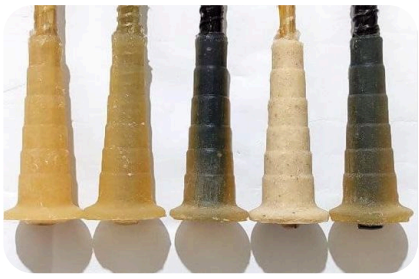
E26

کلاهک (انکرهد)؛ سازوکار مهار

بخش
۵
Composite Anchor Head

کلاهک (انکرهد) کامپوزیتی

قطعه پلیمری دنده‌ای برای مهار مکانیکی انتهای میلگرد GFRP به‌جای خم.





انکرهد نصب‌شده روی انتهای میلگرد

انکرهد قطعه‌ای پلیمری با بدنه دنده‌ای مخروطی است. میلگرد از سمت کم‌قطر وارد قطعه شده و تا انتهای پهن آن فرو می‌رود. سطح دنده‌ای با قطر رو به افزایش، نیرو را از طریق اتکای مکانیکی به بتن منتقل می‌کند؛ مشابه عملکرد «میلگرد سرپهن» (Headed Bar) در سازه‌های فولادی.

انتقال نیرو

ترکیب پیوستگی طول میلگرد و اتکای سر پهن انکرهد در بتن.

فناوری

اپوراد از معدود دارندگان فناوری تولید انکرهد کامپوزیتی است.

هم‌خوانی کامل

غیرفلزی، ضدخوردگی و نارسانا؛ هم‌خوان با میلگرد GFRP.

جدول E26-1 — انکرهد در برابر خم انتهایی

معیار	خم یا قلاب انتهایی	انکرهد
فضای مورد نیاز	شعاع خم و دنباله قلاب	فقط طول سر
تراکم آرماتور در اتصال	زیاد	کمتر
سفارش	قطعه خم کارخانه‌ای با ابعاد دقیق	شاخه مستقیم + انکرهد
اجرای بتن	دشوار در گره‌های متراکم	آسان‌تر

E27

کاربرد و نصب انکرهد

جدول E27-1 — کاربردها

صنعت	نمونه کاربرد
ساختمان	اتصال تیر به ستون، انتهای آرماتور دال و دیوار، سرشمع
دیوار حائل و سازه‌های آبی	مهار آرماتور در پاشنه و پنجه دیوار
پتروشیمی و نفت و گاز	فونداسیون تجهیزات در محیط خورنده
دریایی	اسکله، موج‌شکن، دیوار ساحلی
برق	سازه‌های تمام‌نارسانا

مراحل نصب

۱ برش
برش میلگرد به طول نقشه با دیسک الماسه

۲ تمیزکاری
پاک‌کردن گردوغبار سر میلگرد

۳ نصب
فرو بردن میلگرد تا انتهای انکرهد طبق دستورالعمل

۴ جانمایی
قرار دادن در محل با پوشش بتن نقشه

طراحی

ظرفیت و طول مهاری با انکرهد را طراح سازه بر اساس آیین‌نامه مرجع پروژه تعیین می‌کند. ناباک کامپوزیت مشخصات قطعه را در اختیار مشاور قرار می‌دهد.

سفارش

قطر میلگرد و تعداد انکرهد؛ امکان تحویل میلگرد برش‌خورده همراه انکرهد نصب‌شده.



انکرهد کامپوزیتی اپوراد

E28

حمل، انبارش و جابه‌جایی

بخش
۶
Site, Quality & Ordering

اجرا، کیفیت و سفارش

راهنمای عملی برای کارگاه، کنترل کیفیت، پرسش‌های متداول و فرم‌های سفارش.



هنگام تحویل

- [ ] تطبیق قطر، درجه، تعداد و طول با بارنامه
- [ ] کنترل برچسب بندیل و شماره بچ
- [ ] نبود ترک، الیاف بیرون‌زده یا خراش عمیق
- [ ] سالم بودن آج و قطعات خم
- [ ] جداسازی و ثبت قطعات آسیب‌دیده



بندیل روی تکیه‌گاه چوبی

حمل و تخلیه

- بلند کردن با تسمه پارچه‌ای در چند نقطه؛ تیر پخش‌کننده برای شاخه‌های ۱۲ متری
- زنجیر یا سیم فولادی بدون محافظ ممنوع
- پرتاب، کشیدن روی زمین و قرار دادن بار سنگین روی بندیل ممنوع
- خاموت‌ها و مش در بسته‌بندی کارخانه تا محل نصب حمل شوند



کلاف در کارگاه

انبارش

تکیه‌گاه

روی الوار چوبی با فاصله حداکثر حدود ۳ متر؛ بدون تماس با خاک و گل.

آفتاب

درجه ۱ و میلگرد ساده گرید معمولی: پوشش مات برای انبارش بیش از چند هفته. درجه ۲ ضد UV است.

ترتیب

تفکیک بر اساس قطر، درجه و بچ؛ اول‌وارد–اول‌مصرف؛ دور از جرقه جوشکاری.

E29

اجرا در کارگاه

برش

۱ علامت‌گذاری طول طبق جدول برش

۲ مهار شاخه در دو طرف محل برش

۳ برش با دیسک الماسه یا کاربید؛ سرعت یکنواخت

۴ کنترل سر برش: نبود ترک و ریش‌شدگی

ممنوع

قیچی میلگرد، دیسک برش فلز، ضربه چکش، خم گرم یا سرد، جوشکاری و برش با شعله.

جانمایی و گره

- گره با سیم پوشش‌دار پلاستیکی یا بست کمربندی نایلونی
- اسپیسر پلاستیکی یا بتنی؛ تعداد بیشتر از فولاد به‌دلیل سبکی
- مهار شبکه در برابر شناوری هنگام بتن‌ریزی
- طول مهاری و وصله فقط طبق نقشه طراح (نه جدول فولاد)

حفاظت فردی هنگام برش

خطر	تجهیز
گردوغبار الیاف	ماسک FFP2
ذرات پرتابی	عینک ایمنی
تحریک پوست	دستکش و لباس آستین‌بلند

بتن‌ریزی

۱ بازرسی پیش از بتن‌ریزی

۲ ریختن بتن از ارتفاع کم؛ ضربه مستقیم پمپ ممنوع

۳ ویبره با سر پوشش‌دار؛ بدون تماس طولانی با میلگرد

۴ کنترل جابه‌جایی و عمل‌آوری

جزئیات کامل در کاتالوگ D «راهنمای حمل، نصب و اجرای میلگرد GFRP اپوراد» آمده است.

E30

کنترل کیفیت و آزمون‌ها

کیفیت میلگرد کامپوزیتی با کنترل مواد ورودی، پایش فرآیند پالتروژن و آزمون محصول نهایی تضمین می‌شود. جدول زیر مشخصه‌ها، روش آزمون و معیار پذیرش را نشان می‌دهد.

جدول E30-1 — برنامه آزمون محصول

مشخصه	روش آزمون	معیار پذیرش
مقاومت و مدول کششی	ASTM D7205	جدول E09-1؛ مدول ≤ ۴۴٫۸ GPa (نوعی ۵۰ GPa)
مقاومت پیوستگی با بتن	ASTM D7913	≤ ۸ MPa (نوعی بیش از ۱۵ MPa)
مقاومت برشی عرضی	ASTM D7617	≤ ۱۵۰ MPa
درصد الیاف	ASTM D2584	≤ ۷۵ ٪ جرمی
چگالی	ASTM D792	۲٫۰ g/cm³
جذب رطوبت	ASTM D570	≤ ۰٫۲۵ ٪ (نوعی ۰٫۰۶ ٪)
دمای انتقال شیشه‌ای	ASTM E1356 / D7028	≤ ۱۱۲ °C
درجه پخت	ASTM E2160 (DSC)	≤ ۹۵ ٪
دوام قلیایی	ACI 440.3R / ASTM D7705	≤ ۸۵ ٪ حفظ نیرو
خواص خمشی و فشاری	ASTM D790 / D695	گزارش مطابق برنامه کارخانه
مه نمکی	ASTM B117	بدون تخریب سطحی



پایش خط تولید



کنترل سطح و آج



برچسب بچ و بسته‌بندی

مدارک کیفیت

تأیید فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و گزارش‌های آزمون، همراه پیش‌فاکتور ارائه می‌شود. برای پروژه‌های بزرگ، نمونه‌برداری از بچ تحویلی و آزمون در آزمایشگاه منتخب کارفرما با هماهنگی نابک امکان‌پذیر است.

E31

مقایسه جامع با میلگرد فولادی

جدول GFRP — E31-1 اپوراد در برابر فولاد A3

مشخصه	میلگرد GFRP اپوراد	میلگرد فولادی A3
خوردگی	ندارد	دارد
چگالی	۲٫۰ g/cm³	۷٫۸۵ g/cm³
مقاومت کششی	۶۰۰ تا ۷۵۰ MPa (حداقل تضمین‌شده)	تسلیم ۴۰۰ MPa · نهایی ۶۰۰ MPa
مدول کشسانی	≤ ۴۴٫۸ GPa (نوعی ۵۰ GPa)	۲۰۰ GPa
رفتار تنش–کرنش	خطی تا گسیختگی	تسلیم و شکل‌پذیری
رسانایی الکتریکی	ندارد (درجه ۱)	دارد
خاصیت مغناطیسی	ندارد	دارد
رسانایی حرارتی	بسیار کم	زیاد
انبساط حرارتی طولی	۶ تا ۱۰ ×۱۰⁻⁶ /°C	۱۱ تا ۱۲ ×۱۰⁻⁶ /°C
خم در کارگاه	ممکن نیست؛ خم کارخانه‌ای	ممکن
جوشکاری	ممکن نیست	ممکن
برش با TBM	ممکن	ممکن نیست
عملکرد در آتش	وابسته به پوشش بتن و Tg	بهتر
طراحی	ACI 440.1R-15 · ACI CODE-440.11-22	مبحث نهم · ACI 318

کجا GFRP برتر است؟

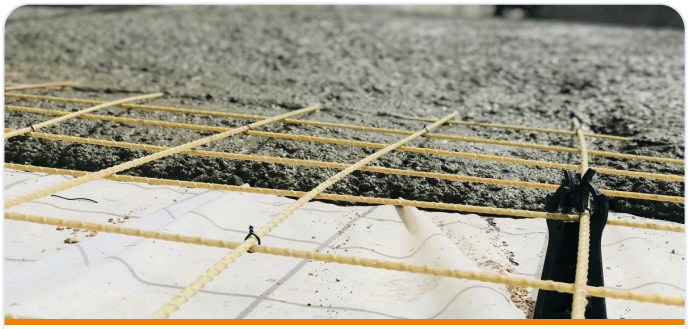
محیط خورنده، نیاز به نارسانایی یا غیرمغناطیسی بودن، برش‌پذیری، کاهش وزن و هزینه نگهداری.

کجا با احتیاط؟

اعضایی که شکل‌پذیری زیاد لازم دارند، مقاومت در برابر آتش بحرانی است یا خیز کنترل‌کننده طراحی است؛ طراحی مطابق ACI 440.



خوردگی فولاد در برابر دوام GFRP



دال مسلح به GFRP اپوراد

E32

پرسش‌های متداول (۱)

میلگرد کامپوزیتی چیست؟

میلگردی از الیاف پیوسته شیشه و رزین پلیمری که مانند میلگرد فولادی، کشش را در بتن تحمل می‌کند؛ اما زنگ نمی‌زند، سبک است و برق و مغناطیس را منتقل نمی‌کند.

آیا می‌توان GFRP را قطر به قطر جایگزین فولاد کرد؟

خیر. مدول کشسانی GFRP حدود یک‌چهارم فولاد است و ترک و خیز معمولاً طراحی را کنترل می‌کند. مقدار آرماتور با طراحی ACI 440 تعیین می‌شود.

تفاوت درجه ۱ و ۲ چیست؟

مشخصات مکانیکی یکسان است. درجه ۱ زرد و نارسانای کامل است؛ درجه ۲ مشکی، ضد UV و نیمه‌رساناست.

چه قطرهایی موجود است؟

آجدار: ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴، ۱۶، ۱۸ و ۲۰ میلی‌متر. خم و خاموت: ۳ تا ۳۰ میلی‌متر. میلگرد ساده: از ۳ میلی‌متر به بالا.

آیا در کارگاه می‌توان خم کرد؟

خیر. رزین گرماسخت است و خم فقط در کارخانه و پیش از پخت انجام می‌شود. لیستوفر را ارسال کنید (E21).

میلگرد را چگونه ببریم؟

با دیسک الماسه یا کاربید و رعایت حفاظت فردی؛ قیچی و دیسک فلز ممنوع است.

گره را با چه چیزی ببندیم؟

سیم پوشش‌دار پلاستیکی یا بست نایلونی؛ در سازه‌های نارسانا و محیط خورنده از سیم فولادی بدون پوشش استفاده نشود.

میلگرد GFRP در آتش چگونه رفتار می‌کند؟

مقاومت رزین با نزدیک شدن به Tg کاهش می‌یابد؛ از این رو پوشش بتن و جزئیات مهار مطابق ACI 440 تعیین می‌شود. در کاربردهای با الزام شدید آتش، طراح سازه تصمیم‌گیرنده است.

آیا میلگرد GFRP با بتن معمولی سازگار است؟

بله؛ با بتن معمولی و پیش‌ساخته استفاده می‌شود و نیاز به افزودنی خاص ندارد. آج سطحی پیوستگی را تأمین می‌کند.

آیا مجوز دارد؟

میلگرد اپوراد دارای تأیید فنی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی است و مدارک آن همراه پیش‌فاکتور ارائه می‌شود.

E33

پرسش‌های متداول (۲) و باورهای نادرست

در ساختمان چند طبقه می‌توان استفاده کرد؟

طبق تأیید فنی، کاربرد سازه‌ای در ساختمان تا سه طبقه یا ۱۲ متر با طراحی مهندس سازه مجاز است. کاربردهای غیرسازه‌ای و زیرساختی این محدودیت را ندارند.

طول مهاری و وصله چقدر است؟

بر اساس قطر، مقاومت بتن و پوشش، طبق ACI 440 محاسبه می‌شود و از جدول فولاد برداشته نشود. مثال محاسبه در کاتالوگ A آمده است.

قیمت چگونه محاسبه می‌شود؟

بر اساس وزن یا متراژ، قطر، درجه و مقدار سفارش؛ قیمت روز را از ناباک کامپوزیت استعلام کنید.

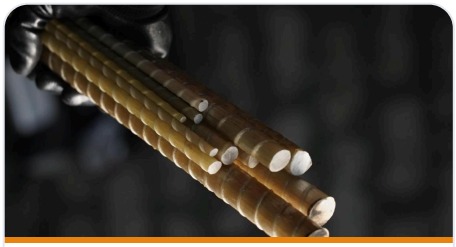
زمان تحویل چقدر است؟

برای قطرهای موجود در انبار کوتاه و برای خم، مش و سفارش‌های حجیم طبق برنامه تولید؛ زمان دقیق در پیش‌فاکتور درج می‌شود.

باورهای نادرست رایج

جدول E33-1 — باور نادرست و واقعیت فنی

باور نادرست	واقعیت
«میلگرد کامپوزیتی چند برابر فولاد مقاوم است، پس قطر کمتری لازم است.»	مقاومت کششی بیشتر است اما مدول کمتر؛ معمولاً سطح مقطع بیشتری از فولاد لازم است.
«خاموت را می‌توان در کارگاه گرم کرد و خم داد.»	گرمادادن رزین را تخریب و الیاف را می‌شکند؛ فقط خم کارخانه‌ای.
«طول وصله مثل فولاد است.»	طول وصله GFRP طبق ACI 440 و تأیید فنی (l_d/۱٫۳) محاسبه می‌شود.
«همه میلگردهای کامپوزیتی یکسان‌اند.»	نوع رزین (اپوکسی، وینیل‌استر، پلی‌استر)، درصد الیاف و درجه پخت کیفیت را تعیین می‌کند؛ میلگرد آجدار اپوراد اپوکسی است.
«میلگرد مشکی و زرد فقط رنگشان فرق دارد.»	درجه ۲ مشکی نیمه‌رساناست؛ برای نارسانایی کامل درجه ۱ لازم است.
«میلگرد کامپوزیتی فقط برای کارهای غیرسازه‌ای است.»	با طراحی ACI 440 در دال، فونداسیون، دیوار، کانال و سازه‌های زیرساختی کاربرد سازه‌ای دارد؛ در ساختمان طبق محدوده تأیید فنی.



میلگرد آجدار اپوکسی



خم کارخانه‌ای



اجرای دال

E34

فرم استعلام قیمت

این فرم را چاپ و تکمیل کنید یا اطلاعات آن را در پیام برای ناباک کامپوزیت ارسال کنید. پیش‌فاکتور همراه زمان تحویل و هزینه حمل ارائه می‌شود.

مشخصات متقاضی

نام شرکت / شخص:

نام پروژه:

نام رابط:

تلفن همراه:

شهر و نشانی کارگاه:

تاریخ مورد نیاز تحویل:

میلگرد آجدار

قطر mm	درجه (۱ / ۲)	شاخه یا کلاف	طول شاخه m	متراژ یا وزن

خم و خاموت · مش · انکرهد · میلگرد ساده

محصول	کد شکل / مشخصات	قطر mm	ابعاد	تعداد / متراژ

پیوست: لیستوفر / نقشه / جدول مقادیر (دارد / ندارد):

نیاز به مشاوره طراحی (بله / خیر):

توضیحات:

E35

مدارک و خدمات نابک کامپوزیت

جدول E35-1 — مجموعه مدارک فنی

مدرک	محتوا	مخاطب
کاتالوگ A — مرجع جامع فنی (۴۰ صفحه)	ماده، مشخصات، طراحی ACI 440، مثال محاسبه، اجرا	مهندس طراح و مشاور
کاتالوگ B — بروشور معرفی	معرفی سریع محصول و مزایا	کارفرما و خریدار
کاتالوگ C — مشخصات فنی	متن آماده مشخصات فنی پروژه	مشاور و دستگاه نظارت
کاتالوگ D — راهنمای اجرا	حمل، برش، گره، وصله، بتن‌ریزی، چک‌لیست	پیمانکار و ناظر کارگاه
دیتاشیت‌های DS-01 تا DS-10	برگه مشخصات هر قطر و محصول	خرید و کنترل کیفیت
کاتالوگ محصولات (P) و کاتالوگ جامع (E)	سبد کامل محصولات اپوراد	همه
تأیید فنی و گزارش آزمون	مدارک رسمی محصول	مشاور و کارفرما

خدمات

مشاوره انتخاب
انتخاب محصول، درجه و قطر متناسب با محیط و کاربرد.

پشتیبانی طراحی
داده‌های طراحی و همراهی مشاور در معادل‌سازی.

برآورد مقادیر
محاسبه متراژ و وزن از نقشه.

کنترل لیستوفر
بررسی شکل‌ها و ابعاد پیش از تولید.

هماهنگی حمل
ارسال به کارگاه در سراسر کشور.

آموزش کارگاهی
توجیه اکیپ اجرا درباره برش، گره و بتن‌ریزی.

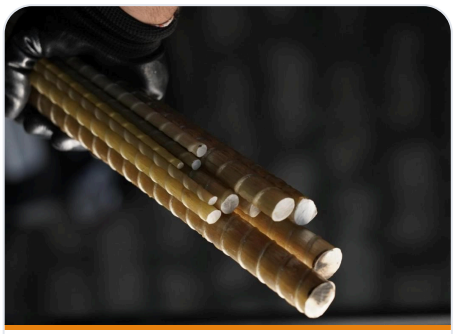

تولید در کارخانه اپوراد


اجرا در پروژه

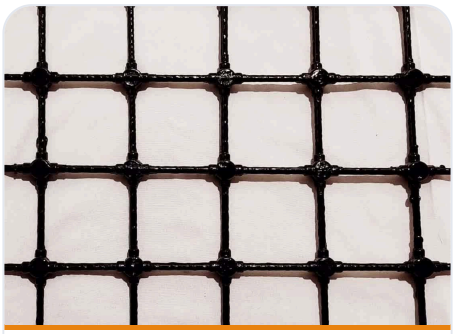

بتن‌ریزی دال

E36

تماس و ثبت سفارش


میلگرد آجدار


خاموت کارخانه‌ای


مش کامپوزیتی

۱ ارسال نیاز
نقشه، لیستوفر یا متراژ

۲ مشاوره فنی
انتخاب محصول و درجه

۳ پیش‌فاکتور
قیمت، زمان تحویل و حمل

۴ تولید
در کارخانه اپوراد

۵ تحویل
ارسال به کارگاه + مدارک

نابک کامپوزیت – مرکز فروش و پشتیبانی فنی محصولات اپوراد

دفتر مرکزی: ۴۸۸۱۲۱۲۴-۰۲۱

موبایل (آقای اقبالی): ۰۹۱۲۳۹۶۳۰۷۸

وب‌سایت: nabakcomposite.com

چرا خرید از نابک کامپوزیت؟

قیمت کارخانه
تأمین مستقیم از تولیدکننده.

پاسخ‌گویی فنی
مهندس همراه پروژه، از طراحی تا اجرا.

مدارک کامل
کاتالوگ، دیتاشیت، تأیید فنی و گزارش آزمون.

از کارخانه اپوراد تا کارگاه شما

برای دریافت پیش‌فاکتور، فرم E34 یا لیستوفر پروژه را ارسال کنید. قیمت‌ها به‌دلیل تغییر نرخ مواد اولیه در کاتالوگ درج نمی‌شود؛ قیمت روز و موجودی هر قطر را استعلام کنید.